

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-93727

(43) 公開日 平成11年(1999) 4月6日

(51) Int.Cl. <sup>9</sup>	識別記号	F I	
F 0 2 D 29/02	3 2 1	F 0 2 D 29/02	3 2 1 C
			D
B 6 0 L 11/14		B 6 0 L 11/14	
F 0 2 D 17/00		F 0 2 D 17/00	P
17/02		17/02	T
審査請求 未請求 請求項の数10 F D (全 22 頁)			

(21) 出願番号 特願平9-279586

(22) 出願日 平成9年(1997) 9月25日

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 山口 勝彦

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

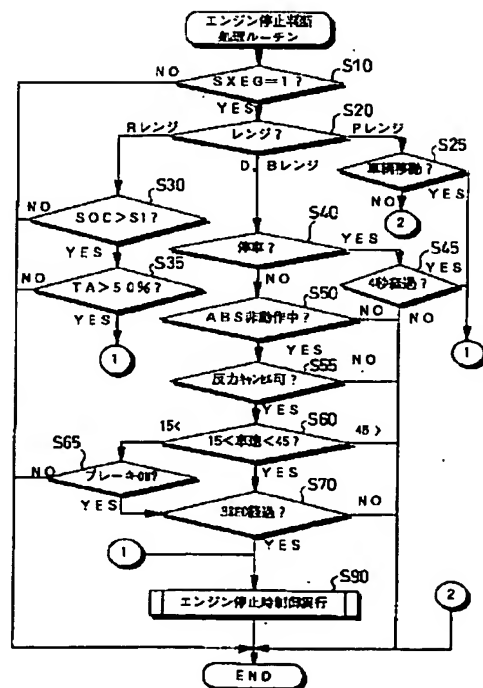
(74) 代理人 弁理士 下出 隆史 (外2名)

(54) 【発明の名称】 動力出力装置およびこの装置における原動機の停止方法

(57) 【要約】

【課題】 ハイブリッド車輛に用いられる動力出力装置において、エンジンの回転数を所定の減速度で0まで低減する停止時制御の実行条件の成立を判断する。

【解決手段】 動力出力装置110は、プラネタリギヤ120と、そのプラネタリキャリアにクランクシャフト156が結合されたエンジン150と、サンギヤに取り付けられたモータMG1と、リングギヤに取り付けられたモータMG2とを備える。バッテリー194のSOC等からエンジン150の運転をもちや継続する必要がなくなった場合でも、直ちにエンジン150を停止するのではなく、例えばDレンジでは、ABS装置140が動作しておらず、反力キャンセルが可能で、かつ車速が所定範囲の時のみ、エンジン150の回転を所定の減速度で停止する処理を実行する。この結果、エンジンの停止に伴う反力ショックを感じることなくエンジンを停止することができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 燃料の燃焼により動力を出力する原動機と、該原動機の出力軸と駆動軸との間に介装され、該駆動軸に出力されるトルクの制御を行なうトルク制御手段と、該トルク制御手段に対して動力の入出力が可能な電動機とを備えた動力出力装置であって、

動力出力装置に対する要求に基づいて、前記原動機の運転状態を決定し、該原動機の運転を継続する必要があると判断した場合には、該原動機の運転を停止する運転停止要求を出力する原動機運転状態決定手段と、動力出力装置またはこれに関連する機器から見て、前記原動機を停止可能な条件が成立しているかを判定する停止条件判定手段と、

前記原動機運転状態決定手段により、運転中の原動機の運転停止要求が出力され、かつ前記停止条件判定手段により、該原動機を停止可能な条件とが成立していると判定された場合には、原動機への燃料供給を停止すると共に、前記出力軸にトルクを付加し、該出力軸の回転減速度を所定範囲に制御して前記原動機を停止する停止時制御を実行する停止時制御実行手段とを備えた動力出力装置。

【請求項 2】 前記停止条件判定手段は、前記原動機の暖気状態が完了していない場合には、前記原動機の停止可能な条件が成立していないと判定する手段である請求項 1 記載の動力出力装置。

【請求項 3】 前記停止条件判定手段は、前記駆動軸に結合された他の動力制御装置が動作中の場合には、前記原動機の停止可能条件が成立していないと判定する手段である請求項 1 記載の動力出力装置。

【請求項 4】 請求項 3 記載の動力出力装置であって、前記駆動軸には、車輪が結合されており、該駆動軸には、前記他の動力制御装置として、該車輪の過剰なスリップを防止するスリップ防止装置が結合され、

前記停止条件判定手段は、該スリップ防止装置が動作中の場合には、前記原動機の停止可能条件が成立していないと判定する手段である動力出力装置。

【請求項 5】 前記停止条件判定手段は、原動機が停止する際に、前記駆動軸に生じる得る反力を低減可能な条件が満たされていると判定された場合に前記原動機の停止可能な条件が成立していると判定する手段である請求項 1 記載の動力出力装置。

【請求項 6】 請求項 5 記載の動力出力装置であって、前記駆動軸には、車輪が結合されており、該駆動軸には、該車輪を制動する制動装置が結合されており、

前記停止条件判定手段は、前記制動装置が動作中である場合に、前記反力を低減可能な条件が満たされていると判定する手段である動力出力装置。

【請求項 7】 請求項 5 記載の動力出力装置であって、

前記駆動軸には、前記電動機とは異なる第 2 の電動機が結合されており、

前記停止条件判定手段は、該第 2 の電動機が前記反力を低減するトルクを前記駆動軸に出力可能な状態にある場合に、前記反力を低減可能な条件が満たされていると判定する手段である動力出力装置。

【請求項 8】 請求項 1 記載の動力出力装置であって、前記駆動軸には、前記電動機とは異なる第 2 の電動機が結合されており、

10 前記停止条件判定手段は、該第 2 の電動機により前記駆動軸を前記原動機の出力軸とは逆方向に回転する場合に前記原動機の停止可能な条件が成立していると判定する手段である動力出力装置。

【請求項 9】 請求項 1 記載の動力出力装置であって、前記トルク制御手段は、前記駆動軸と前記出力軸と前記電動機の回転軸とがそれぞれ結合される 3 軸を有し、該 3 軸のうちいずれか 2 軸へ動力が入出力されたとき、該入出力された動力に基づいて定まる動力を残余の 1 軸へ入出力する 3 軸式動力入出力手段を備える動力出力装置。

20 【請求項 10】 燃料の燃焼により動力を出力する原動機と、該原動機の出力軸と駆動軸との間に介装されて該駆動軸に出力されるトルクの制御を行なうトルク制御手段と、該トルク制御手段に対して動力の入出力が可能な電動機とを備えた動力出力装置において、前記原動機を停止する方法であって、

動力出力装置に対する要求に基づいて、前記原動機の運転状態を決定し、該原動機の運転を継続する必要の有無を判断し、

30 動力出力装置またはこれに関連する機器から見て、前記原動機を停止可能な条件が成立しているか否かを判定し、

前記運転中の原動機の運転を継続する必要があると判断され、かつ該原動機を停止可能な条件が成立していると判定された場合には、原動機への燃料供給を停止すると共に、前記出力軸にトルクを付加し、該出力軸の回転減速度を所定範囲に制御して前記原動機を停止する停止時制御を実行する動力出力装置における原動機の停止方法。

40 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、動力出力装置およびその動力出力装置における原動機の停止方法に関し、詳しくは、原動機の停止を制御する動力出力装置およびその方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、車輛や船舶などでは、燃料の燃焼により動力を出力する原動機を搭載し、この原動機からの動力をトルク変換して駆動軸に出力する動力出力装置が用いられている。こうした動力出力装置としては、流

体を利用したトルクコンバータと変速機とを組み合わせるもの実用化されている。この装置におけるトルクコンバータは、原動機の出力軸と変速機に結合された回転軸との間に配置され、封入された流体の流動を介して両軸間の動力の伝達を行なう。このようなトルクコンバータでは、流体の流動により動力を伝達するため、両軸間に滑りが生じ、この滑りに応じたエネルギー損失が発生する。このエネルギー損失は、正確には、両軸の回転数差とその時に動力の出力軸に伝達されるトルクとの積で表わされ、熱として消費される。

【0003】したがって、こうした動力出力装置を搭載する車両では、両軸間の滑りが大きくなると、例えば発進時や登り勾配を低速で走行するときなどのように大パワーが要求されるときには、トルクコンバータでのエネルギー損失が大きくなり、エネルギー効率が低いものとなるという問題があった。また、定常走行時であっても、トルクコンバータにおける動力の伝達効率は一〇〇パーセントにならないから、例えば、手動式のトランスミッションと較べて、その燃費は低くならざるを得ない。

【0004】そこで、こうした流体を用いたトルクコンバータに代わる動力出力装置が、既にいくつか提案されている。例えば、出願人は、原動機と三軸式動力入出力手段としてのプラネタリギヤと二つの電動機とバッテリーとを備え、原動機から出力される動力やバッテリーに蓄えられた電力をプラネタリギヤと二つの電動機によりエネルギー変換して所望の動力とし、これを駆動軸に出力するものを提案している（特開昭第50-30223号公報）。また、こうした原動機とプラネタリギヤと二つの電動機とバッテリー（二次電池）とを備える動力出力装置において、所望の動力を駆動軸に安定して出力するために、プラネタリギヤのサンギヤやリングギヤ、プラネタリキャリアの三軸の回転数が所望の回転数となるようこれらの回転数に基づいて二つの電動機を駆動制御するものも提案している（特願平8-274112号）。

【0005】これらの動力出力装置では、原動機の出力したエネルギーをバッテリーに蓄えておき、いつでも動力して出力することができるため、駆動軸に出力する動力と原動機の出力とを必ずしもバランスさせておく必要はない。むしろ、原動機は最も効率の良い定常的な運転状態で運転し、駆動軸に要求されている動力に対して余剰のエネルギーが存在すれば、これを電力の形態で蓄え、蓄電池が十分に充電されれば、原動機を停止して、電動機の動力のみで車両を走行させるよう構成することが、システム全体を高効率なものとする点からは望ましいものと考えられる。この場合、原動機は間欠運転されることになる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかし、実際にこうした原動機と駆動軸との間にトルク変換装置を結合した動力出力装置を製作してみると、原動機を間欠的に運転す

る場合、様々な問題が存在することが分かった。まず一つは、原動機の出力軸にかなり大きな質量を有するトルク変換装置が結合されているため、ねじり共振を起こすことがあるという問題が見いだされた。しかも、ねじり共振の発生条件は、原動機の暖気状態などによっても影響を受けることが見いだされた。更に、原動機には、触媒などの周辺機器が種々接続されており、これらの状態とは無関係に原動機を運転・停止すると、不具合が生じる場合があることが見いだされた。例えば、暖気の完了前に原動機を停止すると、いつまでたっても触媒が活性温度に達せず、排気浄化が不十分なまま車両を運転し続けることが考えられた。

【0007】更に次の問題も見いだされた。プラネタリギヤを用いた構成では、原動機から出力される動力の一部はプラネタリギヤを介して駆動軸に直接出力されるため、原動機への燃料をカットすると、原動機から出力される動力の急変に伴って原動機の出力軸の回転数も変化する。こうした出力軸の回転数の変化は、プラネタリギヤを介して二つの電動機の回転軸にも反映される。二つの電動機は、こうした回転数の変化を打ち消すようにフィードバック制御されるが、この電動機の制御に対して原動機から出力される動力の変化の方が早いため、駆動軸にトルクショックが生じてしまう。駆動軸に生じたトルクショックは、乗り心地の観点から望ましくない。

【0008】また、車両の駆動軸には、車輪の過剰なスリップを防止するアンチロックブレーキシステム（ABS）やトラクションコントロールなどの他の動力制御装置が結合されている場合も存在する。こうした制御は、基本的には車輪の駆動力の制御であり、駆動軸のトルク制御を行なっていることに等しいから、かかる制御の最中に原動機を停止して、駆動軸に伝達されるトルクが変動することは、他の動力制御装置の制御から見ると好ましいことではなく、制御が複雑化するという問題があった。

【0009】このほかにも、原動機を停止する制御に伴う種々の問題が見いだされており、本発明は、こうした様々な問題を解決し、動力出力装置における原動機の運転停止制御を適正に行なうことを目的とし、原動機の停止に伴って駆動軸に生じ得るトルクショックを低減することを目的の一つとする。

【0010】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】本発明の動力出力装置およびその原動機を停止する方法は、上述の目的の少なくとも一部を達成するために以下の手段を採った。即ち、本発明の動力出力装置は、燃料の燃焼により動力を出力する原動機と、該原動機の出力軸と駆動軸との間に介装され、該駆動軸に出力されるトルクの制御を行なうトルク制御手段と、該トルク制御手段に対して動力の入出力が可能な電動機とを備えた動力出力装置であって、動力出力装置に対する要求に基づい

て、前記原動機の運転状態を決定し、該原動機の運転を継続する必要がないと判断した場合には、該原動機の運転を停止する運転停止要求を出力する原動機運転状態決定手段と、動力出力装置またはこれに関連する機器から見て、該原動機を停止可能な条件が成立しているかを判定する停止条件判定手段と、前記原動機運転状態決定手段により、運転中の原動機の運転停止要求が出力され、かつ前記停止条件判定手段により、該原動機を停止可能な条件とが成立していると判定された場合には、原動機への燃料供給を停止すると共に、前記出力軸にトルクを付加し、該出力軸の回転減速度を所定範囲に制御して前記原動機を停止する停止時制御を実行する停止時制御実行手段とを備えたことを要旨とする。

【0011】この動力出力装置によれば、原動機の運転状態について運転を継続する必要がないと判断された場合、単純に原動機の運転を停止するのではなく、停止条件判定手段により、原動機の運転を停止可能な条件が成立しているか否かの判定を行ない、原動機の運転を停止可能な条件が成立している場合にのみ、原動機の停止時制御を実行している。原動機の停止時制御とは、単に原動機への燃料供給を停止するのみならず、原動機の出力軸の回転減速度（マイナスの加速度）を所定範囲に制御して原動機を停止する制御である。

【0012】この結果、原動機は、動力出力装置とこれに関連する機器に影響を与えることのない場合に、その出力軸にねじり共振を生じる運転状態の領域を素早く通り抜けて停止される。

【0013】こうした原動機の停止可能な条件としては、原動機の暖気状態を考えることができる。暖気が完了していない場合には、原動機の停止可能な条件が成立していないと判定するのである。動力出力装置に対する要求からは原動機の運転を継続する必要がなくなっても、原動機の暖気が完了していない場合には原動機の運転を継続するから、例えば触媒装置の暖気を十分に行なうことができ、排気浄化性を損なうことがない。また、暖気完了前であれば、原動機の潤滑性が不十分であることから、原動機のフリクションが大きく、原動機の出力軸の回転減速度を所定範囲に制御することが困難な場合があり得るが、かかる構成では、暖気を完了した後、原動機を停止するから、回転減速度を所定範囲に制御しつつ原動機を停止することができ、ねじり共振の問題を回避することができる。

【0014】また、上記構成において、停止条件判定手段を、駆動軸に結合された他の動力制御装置が動作中の場合には、原動機の停止可能条件が成立していないと判定する手段とすることも可能である。この場合には、他の動力制御装置が動作中には、原動機を停止しないので、駆動軸に出力される動力が変動することがなく、他の動力装置の動作に影響を与えないといったことがない。

【0015】例えば、こうした他の動力制御装置として

は、車輪の過剰なスリップを防止するスリップ防止装置を考えることができる。この場合、停止条件判定手段は、スリップ防止装置が動作中の場合には、前記原動機の停止可能条件が成立していないと判定する。したがって、スリップ防止装置が動作し、車輪のトルクを制御している間は、原動機を停止することがなく、原動機の停止に伴うトルク変動が駆動軸に生じて、スリップ防止装置の制御との間で競合を生じると言ったことがない。

【0016】他方、停止条件判定手段が原動機を停止できる条件が成立していると積極的に判断し得る場合も存在する。原動機の停止に伴い駆動軸に生じる反力を低減することが可能な条件が成立している場合には、原動機を停止し得ると判定すれば良い。例えば、駆動軸に、車輪と車輪を制動する制動装置とが結合されている構成において、制動装置が動作中である場合に、反力を低減可能な条件が満たされていると判定することができる。駆動軸に制動力が加わっているため、この制動力により反力の影響を低減することができる。

【0017】また、駆動軸に加わる反力を積極的に低減する構成も可能である。例えば、トルク制御手段に結合された上記の電動機とは異なる第2の電動機を駆動軸に結合し、原動機を停止した際に駆動軸に生じる反力をこの第2の電動機により低減する構成を取ることが可能である。この場合、停止条件判定手段は、第2の電動機が反力を低減するトルクを駆動軸に出力可能な状態にある場合に、反力を低減可能な条件が満たされていると判定すればよい。第2の電動機は、原動機の停止に伴う反力の低減を目的として設けてもよいが、駆動軸に対して動力を入出力する目的で設けたものを流用しても良い。こうした場合には、第2の電動機の本来的な役割から見て、反力の低減という動作を取り得ない場合も存在するから、第2の電動機の動作状態を判別して、原動機を停止し得る条件が成立しているかを判定するものとする 것도好適である。

【0018】また、駆動軸に、第2の電動機が結合されており、第2の電動機により駆動軸を原動機の出力軸とは逆方向に回転する場合（例えば、この動力出力装置が車輛に搭載されており、車輛を後退する場合）、原動機の停止可能な条件が成立していると判定することも可能である。

【0019】上記の各構成において、トルク制御手段を、駆動軸と出力軸と電動機の回転軸とがそれぞれ結合される3軸を有し、これら3軸のうちいずれか2軸へ動力が入出力されたとき、入出力された動力に基づいて定まる動力を残余の1軸へ入出力する3軸式動力入出力手段とすることができる。こうした3軸式動力入出力手段としては、プラネタリギヤ装置や傘歯車装置などが知られている。かかる構成によれば、原動機と電動機と駆動軸とを無理なく結合することができ、原動機のみを動力源として駆動軸を駆動する状態、原動機と電動機とを

10

20

30

40

50

動力源として駆動軸を駆動する状態、電動機から電力を回生する状態、原動機を制動装置として利用する状態、等、3軸式動力入出力手段の上記特性の下で、各軸に対する動力の入出力を自由に制御することができる。

【0020】本願発明の原動機を停止する方法は、燃料の燃焼により動力を出力する原動機と、該原動機の出力軸と駆動軸との間に介装されて該駆動軸に出力されるトルクの制御を行なうトルク制御手段と、該トルク制御手段に対して動力の入出力が可能な電動機とを備えた動力出力装置において、前記原動機を停止する方法であって、動力出力装置に対する要求に基づいて、前記原動機の運転状態を決定し、該原動機の運転を継続する必要の有無を判断し、該原動機を停止可能な条件が成立しているか否かを判定し、前記運転中の原動機の運転を継続する必要がないと判断され、かつ該原動機を停止可能な条件が成立していると判定された場合には、原動機への燃料供給を停止すると共に、前記出力軸にトルクを付加し、該出力軸の回転減速度を所定範囲に制御して前記原動機を停止する停止時制御を実行することを要旨とする。

【0021】かかる動力出力装置における原動機の停止方法によれば、原動機の運転状態について運転を継続する必要がないと判断された場合、単純に原動機の運転を停止するのではなく、原動機の運転を停止可能な条件が成立しているか否かの判定を行ない、原動機の運転を停止可能な条件が成立している場合にのみ、原動機の停止時制御を実行している。

【0022】

【発明の他の態様】本発明の他の形態として、トルク制御手段と電動機とを一体に構成し、該電動機として、前記原動機の出力軸に結合された第1のロータと、該第1のロータに対して相対的に回転可能であり、前記駆動軸に結合された第2のロータと、該第1および第2のロータの相対的な回転に応じた電力をやり取りする巻線とを備えたモータを用いた動力出力装置の態様を考えることができる。かかる構成を採用した場合にも、原動機の出力軸には質量の大きなロータが結合されており、ねじり共振などの問題を生じることは同様なので、本願の構成を採用する利点は大きい。

【0023】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を実施例に基づいて説明する。図1は本発明の一実施例としての動力出力装置110の概略構成を示す構成図、図2は実施例の動力出力装置110の部分拡大図、図3は実施例の動力出力装置110を組み込んだ車両の概略構成を示す構成図である。説明の都合上、まず図3を用いて、車両全体の構成から説明する。

【0024】図3に示すように、この車両は、ガソリンを燃料として動力を出力するエンジン150を備える。このエンジン150は、吸気系からスロットルバルブ1

66を介して吸入した空気と燃料噴射弁151から噴射されたガソリンとの混合気を燃焼室152に吸入し、この混合気の爆発により押し下げられるピストン154の運動をクランクシャフト156の回転運動に変換する。ここで、スロットルバルブ166はアクチュエータ168により開閉駆動される。点火プラグ162には、イグナイタ158からの高電圧が、ディストリビュータ160を介して導かれており、この高電圧によって、点火プラグ162には、所定のタイミングで電気火花が形成される。燃焼室152に吸入された混合気は、この電気火花によって点火されて爆発燃焼する。爆発燃焼によりピストン154を押し下げクランクシャフト156を回転した燃焼後のガスは、排気弁から排気管153へと排出され、触媒コンバータ155を通過して浄化された後、大気に排出される。

【0025】このエンジン150の運転は、電子制御ユニット（以下、E F I E C Uと呼ぶ）170により制御されている。E F I E C U 170には、エンジン150の運転状態を示す種々のセンサが接続されている。例えば、スロットルバルブ166の開度（ポジション）を検出するスロットルバルブポジションセンサ167、エンジン150の負荷を検出する吸気管負圧センサ172、エンジン150の水温を検出する水温センサ174、ディストリビュータ160に設けられクランクシャフト156の回転数と回転角度を検出する回転数センサ176及び回転角度センサ178などである。なお、E F I E C U 170には、この他、例えばイグニッションキーの状態S Tを検出するスタータスイッチ179なども接続されているが、その他のセンサ、スイッチなどの図示は省略した。

【0026】エンジン150のクランクシャフト156は、クランクシャフト156に生じるねじり振動の振幅を抑制するダンパ157を介して後述するブラネタリギヤ120やモータMG1、モータMG2に結合されており、更に駆動軸112を回転軸とする動力伝達ギヤ111を介してディファレンシャルギヤ114に結合されている。したがって、動力出力装置110から出力された動力は、最終的に左右の駆動輪116、118に伝達される。モータMG1およびモータMG2は、制御装置180に電気的に接続されており、この制御装置180によって駆動制御される。制御装置180の構成は後で詳述するが、内部には制御C P Uが備えられており、シフトレバー182に設けられたシフトポジションセンサ184やアクセルペダル164に設けられたアクセルペダルポジションセンサ164a、ブレーキペダル165に設けられたブレーキペダルポジションセンサ165aなども接続されている。また、制御装置180は、上述したE F I E C U 170と通信により、種々の情報をやり取りしている。これらの情報のやり取りを含む制御については、後述する。

【0027】駆動輪116、118には、その制動力を行なうホイールシリンダ116a、118aが設けられおり、このホイールシリンダ116a、118aに、ブレーキペダル165に連動したマスタホイールシリンダ（図示せず）から供給される油圧の大きさを、車輪がロックした場合に低減するABS（アンチロックブレーキ）装置140が設けられている。このABS装置140は、車輪がロックしてスリップ率が過剰になったとき、これを判断してホイールシリンダ116a、118aのブレーキ油圧を低減し、車輪がロックするのを回避して、車輛の操縦性を確保するものである。このABS装置140からは、制御装置180に対してABS制御の実行中であるか否かを示す信号が出力されている。

【0028】図1に示すように、実施例の動力出力装置110は、大きくは、エンジン150、エンジン150のクランクシャフト156とキャリア軸127とを接続しクランクシャフト156のねじり振動の振幅を抑制するダンパ157、キャリア軸127にプラネタリキャリア124が結合されたプラネタリギヤ120、プラネタリギヤ120のサンギヤ121に結合されたモータMG1、プラネタリギヤ120のリングギヤ122に結合されたモータMG2およびモータMG1、MG2を駆動制御する制御装置180から構成されている。

【0029】プラネタリギヤ120およびモータMG1、MG2の構成について、図2により説明する。プラネタリギヤ120は、キャリア軸127に軸中心を貫通された中空のサンギヤ軸125に結合されたサンギヤ121と、キャリア軸127と同軸のリングギヤ軸126に結合されたリングギヤ122と、サンギヤ121とリングギヤ122との間に配置されサンギヤ121の外周を自転しながら公転する複数のプラネタリピニオンギヤ123と、クランクシャフト156の端部に結合され各プラネタリピニオンギヤ123の回転軸を軸支するプラネタリキャリア124とから構成されている。このプラネタリギヤ120では、サンギヤ121、リングギヤ122およびプラネタリキャリア124にそれぞれ結合されたサンギヤ軸125、リングギヤ軸126およびキャリア軸127の3軸が動力の入出力軸とされ、3軸のうちいずれか2軸へ入出力される動力が決定されると、残余の1軸に入出力される動力は決定された2軸へ入出力される動力に基づいて定まる。このプラネタリギヤ120の3軸への動力の入出力についての詳細は後述する。なお、サンギヤ軸125、リングギヤ軸126およびキャリア軸127には、それぞれその回転角度 $\theta_s$ 、 $\theta_r$ 、 $\theta_c$ を検出するレゾルバ139、149、159が設けられている。

【0030】リングギヤ122には、動力の取り出し用の動力取出ギヤ128が結合されている。この動力取出ギヤ128は、チェーンベルト129により動力伝達ギヤ111に接続されており、動力取出ギヤ128と動力

伝達ギヤ111との間で動力の伝達が行なわれる。

【0031】モータMG1は、同期電動発電機として構成され、外周面に複数個の永久磁石135を有するロータ132と、回転磁界を形成する三相コイル134が巻回されたステータ133とを備える。ロータ132は、プラネタリギヤ120のサンギヤ121に結合されたサンギヤ軸125に結合されている。ステータ133は、無方向性電磁鋼板の薄板を積層して形成されており、ケース119に固定されている。このモータMG1は、永久磁石135による磁界と三相コイル134によって形成される磁界との相互作用によりロータ132を回転駆動する電動機として動作し、永久磁石135による磁界とロータ132の回転との相互作用により三相コイル134の両端に起電力を生じさせる発電機として動作する。

【0032】モータMG2も、モータMG1と同様に同期電動発電機として構成され、外周面に複数個の永久磁石145を有するロータ142と、回転磁界を形成する三相コイル144が巻回されたステータ143とを備える。ロータ142は、プラネタリギヤ120のリングギヤ122に結合されたリングギヤ軸126に結合されており、ステータ143はケース119に固定されている。モータMG2のステータ143も無方向性電磁鋼板の薄板を積層して形成されている。このモータMG2もモータMG1と同様に、電動機あるいは発電機として動作する。

【0033】次に、モータMG1、MG2を駆動制御する制御装置180について説明する。図1に示すように、制御装置180は、モータMG1を駆動する第1の駆動回路191、モータMG2を駆動する第2の駆動回路192、両駆動回路191、192を制御する制御CPU190、二次電池であるバッテリー194から構成されている。制御CPU190は、1チップマイクロプロセッサであり、内部に、ワーク用のRAM190a、処理プログラムを記憶したROM190b、入出力ポート（図示せず）およびEFIECU170と通信を行なうシリアル通信ポート（図示せず）を備える。この制御CPU190には、レゾルバ139からのサンギヤ軸125の回転角度 $\theta_s$ 、レゾルバ149からのリングギヤ軸126の回転角度 $\theta_r$ 、レゾルバ159からのキャリア軸127の回転角度 $\theta_c$ 、アクセルペダルポジションセンサ164aからのアクセルペダルポジション（アクセルペダルの踏込量）AP、ブレーキペダルポジションセンサ165aからのブレーキペダルポジション（ブレーキペダルの踏込量）BP、シフトポジションセンサ184からのシフトポジションSP、第1の駆動回路191に設けられた2つの電流検出器195、196からの電流値 $I_{u1}$ 、 $I_{v2}$ 、第2の駆動回路192に設けられた2つの電流検出器197、198からの電流値 $I_{u2}$ 、 $I_{v2}$ 、バッテリー194の残容量を検出する残容量



検出器 199 からの残容量 BRM などが、入力ポートを介して入力されている。

【0034】シフトポジションセンサ 184 は、現在のシフトレバー 182 のポジション（レンジ）SP を検出するものであるが、本実施例の車輛では、パーキングレンジ（P）、ニュートラルレンジ（N）、後退レンジ（R）、ドライビングレンジ（D）、ブレーキレンジ（B）が設けられている。このうち、P、N、R、D レンジは、通常の車輛と特に変わるところはないが、B レンジは、本実施例の車輛に独自のレンジである。B レンジは、D レンジと比べて、車輛減速時の回生ブレーキの利きを強くしたレンジであり、車輛が下り坂を降りて行くような場合に、モータ MG1、MG2 による回生を積極的にこなって、その回生ブレーキにより、通常の車輛におけるエンジンブレーキのような特性を得るレンジである。この B レンジは、車輛加速側については D レンジと同じで特性が得られる。

【0035】残容量検出器 199 は、バッテリー 194 の電解液の比重またはバッテリー 194 の全体の重量を測定して残容量を検出するものや、充電・放電の電流値と時間を演算して残容量を検出するものや、バッテリーの端子間を瞬間的にショートさせて電流を流し内部抵抗を測ることにより残容量を検出するものなどが知られている。

【0036】制御 CPU 190 からは、第 1 の駆動回路 191 に設けられたスイッチング素子である 6 個のトランジスタ Tr1 ないし Tr6 を駆動する制御信号 SW1 と、第 2 の駆動回路 192 に設けられたスイッチング素子としての 6 個のトランジスタ Tr11 ないし Tr16 を駆動する制御信号 SW2 とが出力されている。第 1 の駆動回路 191 内の 6 個のトランジスタ Tr1 ないし Tr6 は、トランジスタインバータを構成しており、それぞれ、一対の電源ライン L1、L2 に対してソース側とシンク側となるよう 2 個ずつペアで配置され、その接続点に、モータ MG1 の三相コイル（UVW）34 の各々が接続されている。電源ライン L1、L2 は、バッテリー 194 のプラス側とマイナス側に、それぞれ接続されているから、制御 CPU 190 により対をなすトランジスタ Tr1 ないし Tr6 のオン時間の割合を制御信号 SW1 により順次制御し、三相コイル 134 の各コイルに流れる電流を、PWM 制御によって擬似的な正弦波にすると、三相コイル 134 により、回転磁界が形成される。

【0037】他方、第 2 の駆動回路 192 の 6 個のトランジスタ Tr11 ないし Tr16 も、トランジスタインバータを構成しており、それぞれ、第 1 の駆動回路 191 と同様に配置されていて、対をなすトランジスタの接続点は、モータ MG2 の三相コイル 144 の各々に接続されている。したがって、制御 CPU 190 により対をなすトランジスタ Tr11 ないし Tr16 のオン時間を制御信号 SW2 により順次制御し、各コイル 144 に流れる電流を、PWM 制御によって擬似的な正弦波にする

と、三相コイル 144 により、回転磁界が形成される。

【0038】以上構成を説明した実施例の動力出力装置 110 の動作について説明する。実施例の動力出力装置 110 の動作原理、特にトルク変換の原理は以下の通りである。エンジン 150 を回転数 Ne、トルク Te の運転ポイント P1 で運転し、このエンジン 150 から出力されるエネルギー Pe と同一のエネルギーであるが異なる回転数 Nr、トルク Tr の運転ポイント P2 でリングギヤ軸 126 を運転する場合、すなわち、エンジン 150 から出力される動力をトルク変換してリングギヤ軸 126 に作用させる場合について考える。この時のエンジン 150 とリングギヤ軸 126 の回転数およびトルクの関係を図 4 に示す。

【0039】プラネタリギヤ 120 の 3 軸（サンギヤ軸 125、リングギヤ軸 126 およびキャリア軸 127）における回転数やトルクの関係は、機構学の教えるところによれば、図 5 および図 6 に例示する共線図と呼ばれる図として表わすことができ、幾何学的に解くことができる。なお、プラネタリギヤ 120 における 3 軸の回転数やトルクの関係は、上述の共線図を用いなくても各軸のエネルギーを計算することなどにより数式的に解析することもできる。本実施例では説明の容易のため共線図を用いて説明する。

【0040】図 5 における縦軸は 3 軸の回転数軸であり、横軸は 3 軸の座標軸の位置の比を表わす。すなわち、サンギヤ軸 125 とリングギヤ軸 126 の座標軸 S、R を両端にとったとき、キャリア軸 127 の座標軸 C は、軸 S と軸 R を 1 : ρ に内分する軸として定められる。ここで、ρ は、リングギヤ 122 の歯数に対するサンギヤ 121 の歯数の比であり、次式（1）で表わされる。

【0041】

【数 1】

$$\rho = \frac{\text{サンギヤの歯数}}{\text{リングギヤの歯数}} \quad \dots (1)$$

【0042】いま、エンジン 150 が回転数 Ne で運転されており、リングギヤ軸 126 が回転数 Nr で運転されている場合を考えているから、エンジン 150 のクラクシャフト 156 が結合されているキャリア軸 127 の座標軸 C にエンジン 150 の回転数 Ne を、リングギヤ軸 126 の座標軸 R に回転数 Nr をプロットすることができる。この両点を通る直線を描けば、この直線と座標軸 S との交点で表わされる回転数としてサンギヤ軸 125 の回転数 Ns を求めることができる。以下、この直線を動作共線と呼ぶ。なお、回転数 Ns は、回転数 Ne と回転数 Nr とを用いて比例計算式（次式（2））により求めることができる。このようにプラネタリギヤ 120 では、サンギヤ 121、リングギヤ 122 およびプラネタリキャリア 124 のうちいずれか 2 つの回転を決定

【0043】

【数2】

$$N_s = N_r - (N_r - N_e) \frac{1 + \rho}{\rho} \quad \dots (2)$$

【0044】次に、描かれた動作共線に、エンジン150のトルク $T_e$ をキャリア軸127の座標軸Cを作用線として図中下から上に作用させる。このとき動作共線は、トルクに対してはベクトルとしての力を作用させたときの剛体として取り扱うことができるから、座標軸C上に作用させたトルク $T_e$ は、平行な2つの異なる作用線への力の分離の手法により、座標軸S上のトルク $T_{es}$ と座標軸R上のトルク $T_{er}$ とに分離することができる。このときトルク $T_{es}$ および $T_{er}$ の大きさは、次式(3)によって表わされる。なお、共線図を用いた以

$$T_{es} = T_e \times \frac{\rho}{1 + \rho}$$

$$T_{er} = T_e \times \frac{1}{1 + \rho}$$

【 0 0 4 6 】動作共線がこの状態で安定であるためには、動作共線の力の釣り合いをとればよい。すなわち、座標軸 S 上には、トルク  $T_{es}$  と大きさが同じで向きが反対のトルク  $T_{m1}$  を作用させ、座標軸 R 上には、リングギヤ軸 1 2 6 に出力するトルク  $T_r$  と同じ大きさと向きが反対のトルクとトルク  $T_{er}$  との合力に対し大きさが同じで向きが反対のトルク  $T_{m2}$  を作用させるのである。このトルク  $T_{m1}$  はモータ MG 1 により、トルク  $T_{m2}$  はモータ MG 2 により作用させることができる。このとき、モータ MG 1 では回転の方向と逆向きにトルクを作用させるから、モータ MG 1 は発電機として動作することになり、トルク  $T_{m1}$  と回転数  $N_s$  との積で表わされる電気エネルギー  $P_{m1}$  をサンギヤ軸 1 2 5 から回生する。モータ MG 2 では、回転の方向とトルクの方角とが同じであるから、モータ MG 2 は電動機として動作し、トルク  $T_{m2}$  と回転数  $N_r$  との積で表わされる電気エネルギー  $P_{m2}$  を動力としてリングギヤ軸 1 2 6 に出力する。

【0047】ここで、電気エネルギー $P_{m1}$ と電気エネルギー $P_{m2}$ とを等しくすれば、モータMG2で消費する電力のすべてをモータMG1により再生して賄うことができる。このためには、入力されたエネルギーのすべてを出力するものとすればよいから、エンジン150から出力されるエネルギー $P_e$ とリングギヤ軸126に出力されるエネルギー $P_r$ とを等しくすればよい。すなわち、トルク $T_e$ と回転数 $N_e$ との積で表わされるエネルギー $P_e$ と、トルク $T_r$ と回転数 $N_r$ との積で表わされるエネルギー $P_r$ とを等しくするのである。図4に照らせば、運転ボイ

下の説明においては、各トルク  $T_{es}$ 、 $T_e$ 、 $T_r$ 、 $T_r$  は総てその作用する方向に関係なく正の符号を持つものとして絶対値で扱うが、差し引き必要になるトルク  $T_{m1}$ 、 $T_{m2}$  は、符号付きで扱うものとする。したがって、トルク  $T_{m1}$  は下向きが正の符号、 $T_{m2}$  は上向きが正の符号となる。この結果、 $T_r - T_e > 0$  なら、トルク  $T_{m2}$  は、共線図において上向きのトルクとなり、 $T_r - T_e < 0$  なら、トルク  $T_{m2}$  は、下向きのトルクとなる。トルク  $T_{m1}$ 、 $T_{m2}$  の方向と、モータ  $MG1$ 、 $MG2$  が電力を再生しているか、電力を消費（力行）しているかは、関係がない。後述するように、モータ  $MG1$ 、 $MG2$  の状態（回生か力行か）は、トルク  $T_{m1}$ 、 $T_{m2}$  が、そのトルクが作用している軸の回転数を増速する側に作用しているか、減速する側に作用しているかにより定まる。

【0045】

【数3】

... (3)

ントP1で運転されているエンジン150から出力されるトルク $T_e$ と回転数 $N_e$ とで表わされる動力を、トルク変換して、同一のエネルギーでトルク $T_r$ と回転数 $N_r$ とで表わされる動力としてリングギヤ軸126に出力するのである。前述したように、リングギヤ軸126に出力された動力は、動力取出ギヤ128および動力伝達ギヤ111により駆動軸112に伝達され、ディファレンシャルギヤ114を介して駆動輪116、118に伝達される。したがって、リングギヤ軸126に出力される動力と駆動輪116、118に伝達される動力とはリニアな関係が成立するから、駆動輪116、118に伝達される動力は、リングギヤ軸126に出力される動力を制御することにより制御することができる。

【0048】図5に示す共線図ではサンギヤ軸125の回転数 $N_s$ は正であったが、エンジン150の回転数 $N_e$ とリングギヤ軸126の回転数 $N_r$ によっては、図6に示す共線図のように負となる場合もある。このときには、モータMG1では、回転の方向とトルクの作用する方向とが同じになるから、モータMG1は電動機として動作し、トルク $T_{m1}$ と回転数 $N_s$ との積で表わされる電気エネルギー $P_{m1}$ を消費する。一方、モータMG2では、回転の方向とトルクの作用する方向とが逆になるから、モータMG2は発電機として動作し、トルク $T_{m2}$ と回転数 $N_r$ との積で表わされる電気エネルギー $P_{m2}$ をリングギヤ軸126から回生することになる。この場合、モータMG1で消費する電気エネルギー $P_{m1}$ とモータMG2で回生する電気エネルギー $P_{m2}$ とを等しくすれば、モータMG1で消費する電気エネルギー $P_{m1}$ をモータMG2で回生することになる。



タMG2で丁度賄うことができる。

【0049】以上、実施例の動力出力装置110における基本的なトルク変換について説明したが、実施例の動力出力装置110は、こうしたエンジン150から出力される動力のすべてをトルク変換してリングギヤ軸126に出力する動作の他に、エンジン150から出力される動力（トルク $T_e$ と回転数 $N_e$ との積）と、モータMG1により回生または消費される電気エネルギー $P_{m1}$ と、モータMG2により消費または回生される電気エネルギー $P_{m2}$ とを調節することにより、余剰の電気エネルギーを見い出してバッテリー194を放電する動作としたり、不足する電気エネルギーをバッテリー194に蓄えられた電力により補う動作など種々の動作とすることもできる。

【0050】なお、以上の動作原理では、プラネタリギヤ120やモータMG1、モータMG2、トランジスタTr1ないしTr16などによる動力の変換効率を値1（100%）として説明した。実際には、値1未満であるから、エンジン150から出力されるエネルギー $P_e$ をリングギヤ軸126に出力するエネルギー $P_r$ より若干大きな値とするか、逆にリングギヤ軸126に出力するエネルギー $P_r$ をエンジン150から出力されるエネルギー $P_e$ より若干小さな値とする必要がある。例えば、エンジン150から出力されるエネルギー $P_e$ を、リングギヤ軸126に出力されるエネルギー $P_r$ に変換効率の逆数を乗じて算出される値とすればよい。また、モータMG2のトルク $T_{m2}$ を、図5の共線図の状態ではモータMG1により回生される電力に両モータの効率を乗じたものから算出される値とし、図6の共線図の状態ではモータMG1により消費される電力を両モータの効率で割ったものから算出すればよい。なお、プラネタリギヤ120では機械摩擦などにより熱としてエネルギーを損失するが、その損失量は全体量からみれば極めて少なく、モータMG1、MG2に用いた同期電動機の効率は値1に極めて近い。また、トランジスタTr1ないしTr16のオン抵抗もGTOなど極めて小さいものが知られている。したがって、動力の変換効率は値1に近いものとなるから、以下の説明でも、説明の容易のため、明示しない限り値1（100%）として取り扱う。

【0051】次に、こうしたトルク制御により走行状態にある車両において、走行状態のまま、エンジン150の運転を停止する際の判断ルーチンを図7に基づき説明する。本ルーチンが開始されると、最初にエンジン停止可能フラグSXEGの値をチェックする処理が行なわれる（ステップS10）。このフラグSXEGは、エンジン150に対する要求から見てエンジン150を停止しても良いか否かを示すフラグである。このフラグは、制御装置180により、図示しない他のルーチンにおいて設定される。車両の走行上必要となるエネルギー $P_d$ とバッテリー194の充放電のために要求されるエネルギー $P_b$

との総和 $P_e$ が、予め定めた判定値より小さくなれば、エンジン150を運転してエネルギーをその出力軸に出力する必要は当面ないとして、制御装置180は、エンジン停止可能フラグSXEGに値1を設定する。他方、走行上必要なエネルギー $P_d$ とバッテリー194の充放電に必要なエネルギー $P_b$ との総和が、所定値以上となれば、エンジン150を起動し、運転を継続すべく、このフラグSXEGは、値0に設定されるのである。

【0052】フラグSXEGが値1でなければ、エンジン150を停止する必要はないから、処理は、「END」に抜けて、本ルーチンを一旦終了する。このフラグSXEGが値1であれば、エネルギー収支上の条件からは、エンジン150を停止できると判断し、ステップS20以下の停止条件の判断を実行する。ステップS20以下では、エネルギー収支上からは、エンジン150を停止できるとしても、車両全体ではエンジン150を停止できない場合もあることから、動力出力装置110およびこれに関連する機器から見て、エンジン150を停止可能な条件が成立しているかを判定する。これら一連の処理が、停止条件判定手段に相当する。

【0053】フラグSXEGが値1の場合には、次に現在のシフトレンジについて判定する処理を行なう（ステップS20）。車両のシフトレンジは、シフトレバー182に設けられたシフトポジションセンサ184からの信号により判断することができる。シフトポジションSPがパーキング（P）レンジであることを示していれば、次に、レゾルバ149から信号を読み込んで、車両が移動しているか否かを判断する処理を行なう（ステップS25）。Pレンジでは、基本的に車両は走行してはならないから、Pレンジでかつ駆動軸112が回転している場合には、Pレンジロックの不良など、何らかの不具合が発生していることが考えられる。こうした場合には、車両に前進方向の力を発生するエンジン150は直ちに停止することが望まれる。そこで、この場合には、エンジン停止時処理（後述するステップS90）を実行し、エンジン150を停止する。もとより、この場合は、何らかの不具合の発生可能性があるので、ステップS90のエンジン停止時処理を行なうことなく、直ちにエンジン150を停止するものとしても差し支えない。なお、こうした場合には、エンジン150を停止した後、異常表示などを行なうことも好適である。

【0054】シフトレバー182のシフトレンジが後退（R）レンジである場合には、次にバッテリー194の充電量を示すSOCが所定値S1（本実施例では、約45[%]）を越えているか否かの判断を行なう（ステップS30）。更に、スロットルバルブ166の開度TAをスロットルバルブポジションセンサ167から読み込み、これが50[%]を越えているか否かの判断を行なう（ステップS35）。SOCが所定値S1を越えておりかつスロットルバルブ開度TAが50[%]を越えて

いる場合には、エンジン150を停止すると判断し、ステップS90に移行して、エンジン停止時制御を実行する。これらの判断のうち、いずれか一つでも成立していなければ、エンジン150は停止しないと判断し、「END」に抜けて本ルーチンを一旦終了する。かかる判断により、エンジン150は、バッテリー194がある程度充電されており、かつ坂道の後退のように大きな駆動力が要求された場合に停止されることになる。大きな駆動力が要求された場合に、エンジン150が運転されていると、本実施例の動力出力装置110では、エンジン150から前進側のトルクが生じているため、必要な後退トルクを駆動軸112に出力することができなくなる可能性がある。したがって、こうした場合には、エンジン150を速やかに停止する。他方、SOCが小さい場合には、充電を優先し、エンジン150を停止しない。

【0055】次に、シフトポジションがドライブレンジ(D)レンジまたはブレーキ(B)レンジにあると判断された場合には、車両が停車しているか否かの判断(ステップS40)および停車している場合には停車してから4秒が経過しているか否かの判断(ステップS45)を行なう。D、Bレンジで、フラグSXE Gが値1であり、しかも車両が停車していれば、本来はエンジン150を停止して良い。しかし、例えば渋滞走行のように、発進-停車を繰り返しているような場合、発進時にはエンジン150を起動する可能性が高いから、車両が停車したからと言って直ちにエンジン150を停止すると、発進-停車の度にエンジン150をオン・オフすることになり、運転者からすると、エンジン150のオン・オフが頻繁過ぎると感じられることがある。本実施例では、車両停止から4秒が経過した場合に初めてエンジン150を停止可能と判断することにより、こうしたエンジンのオン・オフの頻発感を免れている。停車から4秒が経過していれば、エンジン150を停止すると判断し、ステップS90に移行する。

【0056】他方、車両が停車していない場合には、次にABS装置140が非動作状態であるか否かの判断を行なう(ステップS50)。ABS装置140は、ブレーキペダル165を踏み込んで車両を制動した場合、過剰な制動油圧により駆動輪116、118がロック状態となることがないように、ブレーキ油圧の制御を行なうものであり、その動作中には、動作中であることを示す信号を制御装置180に出力している。したがって、制御装置180は、この信号を読み取ることにより、ABS装置が動作中であるか否かを判断することができる。ABS装置140が動作中であれば、駆動軸112に加わる制動力が制御されており、エンジン150を停止して駆動軸112に出力されるトルクの大きさを変動させることは好ましくないと判断し、エンジン150を停止しない。この場合には、「END」に抜けて本ルーチンを一旦終了する。

【0057】他方、ABS装置140が非動作中と判断されれば、次に反力のキャンセルが可能な状況であるか否かの判断を行なう(ステップS55)。反力のキャンセルとは、エンジン150を停止した際に駆動軸112に生じるトルクの変動(急減)をモータMG2が出力するトルクによりキャンセルすることを言う。エンジン150を停止した場合に、駆動軸112生じるトルク変動をキャンセルできないと、エンジン150の停止時に、運転者がトルクショックを体感することがあるからである。したがって、エンジン150の停止は、トルク変動をキャンセル可能な状態であることが必要条件となる。モータMG2が電力を回生しており、回生ブレーキとして機能している場合には、モータMG2のトルク指令値に、電圧および回生電流等からの要求により所定の制限が存在する場合がある。こうした場合には、モータMG2のトルク指令値を変更して反力をキャンセルすることができない。したがって、モータMG2の下限ガード値に、反力をキャンセルするための余裕を見込んだ所定値TSTPを求めておき、モータMG2のトルク指令値が、この所定値TSTP以上となっていれば、反力をキャンセルすることができると判断することができる。ここで、所定値TSTPは、

$$TSTP = TLG - 1.2 \times \rho \times TSD$$

TLG: パワー制限から求まるモータMG2の下限ガード値

$\rho$ : プラネタリギヤ120のギヤ比

TSD: 反力キャンセルのための引き下げトルク

(本実施例では-14Nm)

として求めた。なお、係数1.2は、制御上の安全を見込むための係数である。

【0058】反力キャンセルが可能と判断した場合には、次に車速をチェックする処理を行なう(ステップS60)。車速が15Km/hから45Km/hの間に入っていれば、エンジン150を停止しても、上述した反力キャンセルの制御などによりトルク変動はさほど気にならないと見なし、先にエンジン150を停止してから3秒以上たっている場合には(ステップS70)、エンジン150の停止時制御(ステップS90)に移行する。ここで、3秒経過を条件としているのは、エンジン150の停止制御があまりに頻繁に行なわれることがないようにするためである。他方、車速が15Km/h以下であれば、ブレーキがオン状態となっているか否かの判断を行なう(ステップS65)。車速が低い場合には、エンジン150の停止による駆動軸112のトルク変動は、反力のキャンセル制御によっても体感される場合があり得るが、駆動軸112に対してブレーキによる制動力が作用している場合には、ブレーキが反力キャンセルの役目を果たすから、エンジン150を停止できると判断し、エンジン停止時制御を実行する(ステップS90)。

【0059】なお、ステップS40およびS50の判断が「NO」の場合、およびステップS60で車速が45 Km/h以上であると判断された場合には、いずれもエンジン150を停止する条件は整っていないと判断し、「END」に抜けて本ルーチンを一旦終了する。また、図7には示さなかったが、本実施例では、シフトポジションSPがNレンジ以外である場合には、差速制限を守ることができない場合にも、エンジン150を停止している。差速制限とは、エンジン150と二つのモータMG1、MG2が結合されているプラネタリギヤ120の各軸の回転数の制限から生じる制限である。プラネタリギヤ120の動作は共線図を用いて示すことができることは既に説明したが（図5、図6参照）、プラネタリギヤ120の一つの軸の回転数は、他の2軸の回転数が決まると自動的に決まってしまう。サンギヤ121やリングギヤ122にはそれぞれ上限回転数が存在するから、車速から駆動軸112、延いてはリングギヤ122の回転数が決まっていると、モータMG1、延いてはサンギヤ121の回転数が上限回転数を越えない範囲でしか、エンジン150は回転させることができない。したがって、この差速制限から、例えばエンジン150の回転数が、その自立回転数（実施例では約800rpm）以下となる場合には、エンジン150を停止するのである。Nレンジでは、モータMG1は、シャットダウンしているので、こうした条件は存在しない。図8に、差速制限の領域を示した。

【0060】以上説明した実施例によれば、次の条件でエンジン150の停止時制御が実行される。なお、前提として、バッテリー194の充電状態などから、エンジン150を停止する一般的な条件は整っているものとする（SXEG=1）。

（1）シフトポジションSPがPレンジの場合には、車輛が動いたとき、エンジン150の停止時制御を実行し、エンジン150を停止する。Pレンジでは本来車輛は走行しないから、車輛が動いた場合には、何らかの不具合が存在するとして、車輛を前進させる動力の源であるエンジン150を停止するのである。

【0061】（2）Rレンジの場合には、SOCが所定値以下であり、かつスロットル開度TAが50 [%] 以上の場合に、エンジン150を停止する制御を実行する。車輛が後退しておりかつ後退による登坂時のように強いトルクが要求された場合には、エンジン150を停止する。後退時には、エンジン150は車輛の走行方向とは逆向きのトルクを発生しており、後退での登坂のように、駆動軸112に所定値以上のトルクが要求された場合には、エンジン150が運転されていると、必要なトルクを駆動軸112に取り出すことができない場合が考えられるからである。エンジン150を停止することにより、バッテリー194からの電力により駆動されるモータMG2の動力をそのまま用いて車輛を後退させるこ

とができる。なお、SOCの値を監視しているので、バッテリー194の充電量が低ければ、車輛を後退させることよりもバッテリー194の過放電の回避を優先するためエンジン150の停止は行なわない。

【0062】（3）DまたはBレンジの場合には、車輛が停車中の場合には、停車してから4秒以上が経過した場合には、エンジン150の停止時制御を実行する。車輛が停止している場合には、エンジン150を止めても差し支えないからである。

（4）DまたはBレンジの場合、

i) ABS装置140が動作しておらず、

ii) モータMG2による反力キャンセルが可能であり、かつ

iii) 車速が15 Km/hから45 Km/hの範囲にある

場合には、エンジン150を停止する制御を行なう。これらの条件i) ~ iii) が全て成立している場合には、ABS装置140によりスリップ率の制御に影響を与えたり、エンジン150の停止のトルクショックを運転者が感じたりすることがないからである。

【0063】なお、上記の条件のうち、車速については、15 Km/h以下の場合、ブレーキがオンになっていれば、エンジン150を停止する。この場合には、ブレーキによる制動力によりエンジン150停止時のトルクショックが解消できるからである。

【0064】以上の処理により、エンジン150を停止可能か否かの判断が行なわれるが、停止可能と判断された場合に実行されるエンジン停止時処理（ステップS90）について、図9以下に例示するエンジン停止制御ルーチンを用いて説明する。なお、エンジン停止制御ルーチンについては、駆動軸の回転数の減速度を所定の範囲に制御しながら原動機を停止状態まで運転するものであれば、いかなる制御であっても差し支えない。駆動軸の回転数の減速度を所定の範囲にするのは、ねじり共振領域を素早く通り抜けるためである。

【0065】図9に示したエンジン停止制御ルーチンが実行されると、制御装置180の制御CPU190は、まず、通信によりEFIECU170にエンジンの運転停止の信号を出力する（ステップS100）。エンジン150の運転停止信号を受信したEFIECU170は、燃料噴射弁151からの燃料噴射を停止すると共に点火プラグ162への電圧の印加を停止し、さらにスロットルバルブ166を全閉にする。こうした処理によりエンジン150の自立的な運転は停止される。運転が停止されても、慣性によりエンジン150のクランクシャフト156は直ちには停止せず、そのまま放置すれば、エンジン150の回転数は、クランクシャフト156に結合された負荷の大きさ、ピストン154の摩擦係数などにより定まる所定の減速度で徐々に小さくなり、やがて回転数は0となる。ここでは、エンジン150の回転

数が自然に低下するのではなく、所定の減速度で低下するよう、以下に説明する処理を行なっている。

【0066】制御CPU190は、まずエンジン150の回転数 $N_e$ を入力する（ステップS102）。エンジン150の回転数 $N_e$ は、クランクシャフト156とダンパ157を介して結合されたキャリア軸127に設けられたレゾルバ159により検出されるキャリア軸127の回転角度 $\theta_c$ から求めることができる。なお、エンジン150の回転数 $N_e$ は、ディストリビュータ160に設けられた回転数センサ176によっても直接検出することもできる。この場合、制御CPU190は、回転数センサ176に接続されたEFIECU170から通信により回転数 $N_e$ の情報を受け取ることになる。

【0067】エンジン150の回転数 $N_e$ を入力すると、入力した回転数 $N_e$ に基づいてタイムカウンタTCの初期値を設定する（ステップS104）。ここで、タイムカウンタTCは、後述するステップS108でエンジン150の目標回転数 $N_e^*$ を設定するときに用いられる引数であり、ステップS106に示すように、繰り返しステップS106ないしS126の処理が実行される際にインクリメントされるものである。このタイムカウンタTCの初期値の設定は、タイムカウンタTCを引数としてエンジン150の目標回転数 $N_e^*$ を設定する際のマップ、例えば、図10に示すマップを用いて行な

$$T_{m1}^* \leftarrow K1 (N_e^* - N_e) + K2 \quad (N_e^* - N_e) dt \quad \dots (4)$$

【0070】続いて、リングギヤ軸126に出力すべきトルクの指令値 $T_r^*$ とモータMG1のトルク指令値 $T_{m1}^*$ とを用い、次式（5）に基づいて、モータMG2のトルク指令値 $T_{m2}^*$ を設定する（ステップS120）。式（5）中の右辺第2項は、エンジン150の運転を停止した状態でモータMG1からトルク指令値 $T_{m1}^*$ のトルクを出力した際にプラネタリギヤ120を介してリングギヤ軸126に作用するトルクであり、 $K3$ は比例定数である。 $K3$ は、共線図における動作共線の釣り合いの状態であれば値1であるが、エンジン150の運転停止の際の過渡時には値1より小さな値となる。過渡時には、モータMG1から出力されるトルクのうちの一部分が、エンジン150とモータMG1とからなる慣性系の運動の変化に用いられるためである。このトルクを正確に求めるには、上述の慣性系のモータMG1からみた慣性モーメントにサンギヤ軸125の角加速度を乗じて慣性系の運動の変化に用いられるトルク（慣性トルク）を求め、これをトルク指令値 $T_{m1}^*$ から減じたものをギヤ比 $\rho$ で割ればよい。実施例では、本ルーチンにより設定されるトルク指令値 $T_{m1}^*$ が比較的小きな値であることから、比例定数 $K3$ を用いて計算を簡略化した。なお、リングギヤ軸126に出力すべきトルクの指令値 $T_r^*$ は、運転者によるアクセルペダル164の踏

われる。図10に示すように、タイムカウンタTCの設定は、縦軸（目標回転数 $N_e^*$ の軸）上に回転数 $N_e$ を取り、これに対応するタイムカウンタTCの値を求めることにより行なわれる。

【0068】タイムカウンタTCを設定すると、設定したタイムカウンタTCをインクリメントし（ステップS106）、このインクリメントしたタイムカウンタTCと図8に示すマップとを用いてエンジン150の目標回転数 $N_e^*$ を設定する（ステップS108）。目標回転数 $N_e^*$ の設定では、横軸（タイムカウンタTCの軸）上にタイムカウンタTCを取り、これに対応する目標回転数 $N_e^*$ を求めることにより行なわれる。なお、図10には、タイムカウンタTCの初期値に値1を加えた「TC+1」として目標回転数 $N_e^*$ を求める様子を表示した。続いて、エンジン150の回転数 $N_e$ を入力し（ステップS110）、入力した回転数 $N_e$ と設定した目標回転数 $N_e^*$ とを用いて次式（4）によりモータMG1のトルク指令値 $T_{m1}^*$ を設定する（ステップS112）。ここで、式（5）中の右辺第1項は回転数 $N_e$ の目標回転数 $N_e^*$ からの偏差を打ち消す比例項であり、右辺第2項は定常偏差をなくす積分項である。なお、 $K1$ および $K2$ は比例定数である。

【0069】

【数4】

$$T_{m2}^* \leftarrow T_r^* - K3 \times \frac{T_{m1}^*}{\rho} \quad \dots (5)$$

込量に基づいて図11に例示する要求トルク設定ルーチンに基づいて設定される。以下、このトルク指令値 $T_r^*$ を設定する処理について簡単に説明する。

【0071】

【数5】

$$T_{m2}^* \leftarrow T_r^* - K3 \times \frac{T_{m1}^*}{\rho} \quad \dots (5)$$

【0072】図11の要求トルク設定ルーチンは、所定時間毎（例えば、8msec）に繰り返し実行される。本ルーチンが実行されると、制御装置180の制御CPU190は、まず、リングギヤ軸126の回転数 $N_r$ を読み込む処理を行なう（ステップS130）。リングギヤ軸126の回転数 $N_r$ は、レゾルバ149により検出されるリングギヤ軸126の回転角度 $\theta_r$ から求めることができる。続いて、アクセルペダルポジションセンサ164aによって検出されるアクセルペダルポジションAPを入力する処理を行なう（ステップS132）。アクセルペダル164は運転者が出力トルクが足りないと感じたときに踏み込まれるものであるから、アクセルペダルポジションAPは、リングギヤ軸126延いては駆動輪116、118に出力すべきトルクに対応するものとなる。アクセルペダルポジションAPを読み込むと、

読み込んだアクセルペダルポジションAPとリングギヤ軸126の回転数Nrとに基づいてリングギヤ軸126に出力すべきトルクの目標値であるトルク指令値Tr\*を算出する処理を行なう(ステップS134)。ここで、駆動輪116、118に出力すべきトルクを算出せずに、リングギヤ軸126に出力すべきトルクを算出するのは、リングギヤ軸126は動力取出ギヤ128、動力伝達ギヤ111およびディファレンシャルギヤ114を介して駆動輪116、118に機械的に結合されているから、リングギヤ軸126に出力すべきトルクを求めれば、駆動輪116、118に出力すべきトルクを求めたことになるからである。なお、実施例では、リングギヤ軸126の回転数NrとアクセルペダルポジションAPとトルク指令値Tr\*との関係を示すマップを予めROM190bに記憶しておき、アクセルペダルポジションAPが読み込まれると、読み込まれたアクセルペダルポジションAPとリングギヤ軸126の回転数NrとROM190bに記憶したマップとに基づいてトルク指令値Tr\*の値を求めるものとした。このマップの一例を図12に示す。

【0073】こうしてステップS112でモータMG1のトルク指令値Tm1\*を設定し、ステップS114でモータMG2のトルク指令値Tm2\*を設定すると、割込処理を利用して所定時間毎(例えば、4msec毎)に繰り返し実行されるモータMG1の制御ルーチン(図13)やモータMG2の制御ルーチン(図14)により、設定された指令値のトルクがモータMG1やモータMG2から出力されるようモータMG1やモータMG2が制御される。こうしたモータMG1の制御とモータMG2の制御については後述する。

【0074】図9に戻って、制御装置180の制御CPU190は、モータMG1、MG2のトルク指令値Tm1\*、Tm2\*を求めた後、エンジン150の回転数Neと閾値Nrefとを比較する処理を行なう(ステップS116)。ここで、閾値Nrefは、モータMG2のみによる運転モードの処理においてエンジン150の目標回転数Ne\*として設定される値の近傍の値として設定されるものである。実施例では、モータMG2のみによる運転モードの処理におけるエンジン150の目標回転数Ne\*が値0に設定されているから、閾値Nrefは、値0の近傍の値として設定されている。なお、この値は、ダンパ157により結合されたクランクシャフト156とキャリア軸127とに結合されている系が共振現象を生じる回転数領域の下限值より小さな値である。したがって、エンジン150の回転数Neが閾値Nrefより大きいときには、まだエンジン150の運転停止の過渡時にあり、共振現象を生じる回転数領域の下限值未満になっていないと判断して、ステップS106に戻り、ステップS106ないしS116の処理を繰り返し実行する。ステップS106ないしS116の処理を繰

り返し実行すると、その都度、タイムカウンタTCがインクリメントされ、エンジン150の目標回転数Ne\*が、図10に示すマップに基づいてより小さな値として設定されるから、エンジン150の回転数Neは、図10に示すマップの目標回転数Ne\*の勾配と同様な勾配で小さくなっていく。したがって、目標回転数Ne\*の勾配を、エンジン150への燃料噴射の停止したときの回転数Neの自然な変化の勾配以上とすれば、エンジン150の回転数Neを速やかに小さくすることができ、回転数Neの自然な変化の勾配未満とすれば、エンジン150の回転数Neを緩やかに小さくすることができる。実施例では、上述の共振現象を生じる回転数領域を通過することを想定しているから、目標回転数Ne\*の勾配は、回転数Neの自然な変化の勾配以上に設定されている。

【0075】一方、エンジン150の回転数Neが閾値Nref以下になると、モータMG1のトルク指令値Tm1\*にキャンセルトルクTcを設定すると共に(ステップS118)、上式(5)によりモータMG2のトルク指令値Tm2\*を設定し(ステップS120)、所定時間経過するのを待つ(ステップS122)。ここで、キャンセルトルクTcは、エンジン150の回転数Neが負の値となるいわゆるアンダーシュートするのを防止するためのトルクである。なお、PI制御を受けるモータMG1により積極的にエンジン150の運転を停止する際にエンジン150の回転数Neがアンダーシュートする理由については上述した。

【0076】モータMG1からキャンセルトルクTcを出力した状態で所定時間経過すると、モータMG1のトルク指令値Tm1\*に値0を設定すると共に(ステップS124)、モータMG2のトルク指令値Tm2\*にトルク指令値Tr\*を設定し(ステップS126)、本ルーチンを終了して、図示しないモータMG2のみによる運転モードの処理を実行する。

【0077】次に、モータMG1の制御について図13に例示するモータMG1の制御ルーチンに基づいて説明する。本ルーチンが実行されると、制御装置180の制御CPU190は、まず、サンギヤ軸125の回転角度 $\theta_s$ をレゾルバ139から入力する処理を行ない(ステップS180)、モータMG1の電気角 $\theta_1$ をサンギヤ軸125の回転角度 $\theta_s$ から求める処理を行なう(ステップS181)。実施例では、モータMG1として4極対の同期電動機を用いているから、 $\theta_1 = 4\theta_s$ を演算することになる。続いて、電流検出器195、196により、モータMG1の三相コイル134のU相とV相に流れている電流Iu1、Iv1を検出する処理を行なう(ステップS182)。電流はU、V、Wの三相に流れているが、その総和はゼロなので、二つの相に流れる電流を測定すれば足りる。こうして得られた三相の電流を用いて座標変換(三相-二相変換)を行なう(ステップ

S 1 8 4)。座標変換は、永久磁石型の同期電動機の d 軸、q 軸の電流値に変換することであり、次式 (6) を演算することにより行なわれる。ここで座標変換を行なうのは、永久磁石型の同期電動機においては、d 軸および q 軸の電流が、トルクを制御する上で本質的な量だからである。もとより、三相のまま制御することも可能である。

$$\begin{bmatrix} i_{d1} \\ i_{q1} \end{bmatrix} = \sqrt{\frac{2}{3}} \begin{bmatrix} -\sin(\theta_s - 120) & \sin \theta_s \\ -\cos(\theta_s - 120) & \cos \theta_s \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_{u1} \\ i_{v1} \end{bmatrix} \quad \dots (6)$$

【0079】次に、2 軸の電流値に変換した後、モータ MG 1 におけるトルク指令値  $T_{m1}^*$  から求められる各軸の電流指令値  $i_{d1}^*$ 、 $i_{q1}^*$  と実際各軸に流れた電流  $i_{d1}$ 、 $i_{q1}$  と偏差を求め、各軸の電圧指令値  $V_{d1}$ 、 $V_{q1}$  を求める処理を行なう (ステップ S 1 8 6)。すなわち、まず以下の式 (7) の演算を行なうのである。ここで、 $K_{p1}$ 、 $K_{p2}$ 、 $K_{i1}$ 、 $K_{i2}$  は、各々係数である。これらの係数は、適用するモータの特性に適合するよう調整されている。なお、電圧指令値  $V_{d1}$ 、 $V_{q1}$  は、電流指令値  $i^*$  との偏差  $\Delta i$  に比例する部分 (式 (7) 第 1 式右辺第 1 項) と偏差  $\Delta i$  の i 20 回分の過去の累積分 (同右辺第 2 項) とから求められる。

$$\begin{bmatrix} V_{u1} \\ V_{v1} \end{bmatrix} = \sqrt{\frac{2}{3}} \begin{bmatrix} \cos \theta_s & -\sin \theta_s \\ \cos(\theta_s - 120) & -\sin(\theta_s - 120) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_{d1} \\ V_{q1} \end{bmatrix} \quad \dots (8)$$

$$V_{w1} = -V_{u1} - V_{v1}$$

【0083】実際の電圧制御は、第 1 の駆動回路 1 9 1 のトランジスタ  $T_{r1}$  ないし  $T_{r6}$  のオンオフ時間によりなされるから、式 (8) によって求めた各電圧指令値となるよう各トランジスタ  $T_{r1}$  ないし  $T_{r6}$  のオン時間を PWM 制御する (ステップ S 1 9 9)。

【0084】ここで、モータ MG 1 のトルク指令値  $T_{m1}^*$  の符号を図 5 や図 6 の共線図におけるトルク  $T_{m1}$  の向きを正とすれば、同じ正の値のトルク指令値  $T_{m1}^*$  が設定されても、図 5 の共線図の状態のようにトルク指令値  $T_{m1}^*$  の作用する向きとサンギヤ軸 1 2 5 の回転の向きとが異なるときには再生制御がなされ、図 6 の共線図の状態のように同じ向きのときには力行制御がなされる。しかし、モータ MG 1 の力行制御と再生制御は、トルク指令値  $T_{m1}^*$  が正であれば、ロータ 1 3 2 の外周面に取り付けられた永久磁石 1 3 5 と三相コイル 1 3 4 に流れる電流により生じる回転磁界とにより正のトルクがサンギヤ軸 1 2 5 に作用するよう第 1 の駆動回路 1 9 1 のトランジスタ  $T_{r1}$  ないし  $T_{r6}$  を制御するものであるから、同一のスイッチング制御となる。すなわち、トルク指令値  $T_{m1}^*$  の符号が同じであれば、モータ MG 1 の制御が再生制御であっても力行制御であっても同じスイッチング制御となる。したがって、図 1 3 50

らである。もとより、三相のまま制御することも可能である。

【0078】

【数 6】

【0080】

【数 7】

$$V_{d1} = K_{p1} \cdot \Delta i_{d1} + \sum K_{i1} \cdot \Delta i_{d1}$$

$$V_{q1} = K_{p2} \cdot \Delta i_{q1} + \sum K_{i2} \cdot \Delta i_{q1} \quad \dots (7)$$

【0081】その後、こうして求めた電圧指令値をステップ S 1 8 4 で行なった変換の逆変換に相当する座標変換 (二相-三相変換) を行ない (ステップ S 1 8 8)、実際に三相コイル 1 3 4 に印加する電圧  $V_{u1}$ 、 $V_{v1}$ 、 $V_{w1}$  を求める処理を行なう。各電圧は、次式 (8) により求める。

【0082】

【数 8】

$$\begin{bmatrix} V_{u1} \\ V_{v1} \end{bmatrix} = \sqrt{\frac{2}{3}} \begin{bmatrix} \cos \theta_s & -\sin \theta_s \\ \cos(\theta_s - 120) & -\sin(\theta_s - 120) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_{d1} \\ V_{q1} \end{bmatrix}$$

のモータ MG 1 の制御ルーチンで再生制御と力行制御のいずれも行なうことができる。また、トルク指令値  $T_{m1}^*$  が負のときには、ステップ S 1 8 0 で読み込むサンギヤ軸 1 2 5 の回転角度  $\theta_s$  の変化の方向が逆になるだけであるから、このときも、図 1 3 に例示したモータ MG 1 の制御ルーチンをそのまま用いることができる。

【0085】次に、モータ MG 2 の制御について図 1 4 に例示するモータ MG 2 の制御ルーチンに基づき説明する。モータ MG 2 の制御処理は、モータ MG 1 の制御処理うちトルク指令値  $T_{m1}^*$  とサンギヤ軸 1 2 5 の回転角度  $\theta_s$  に代えてトルク指令値  $T_{m2}^*$  とリングギヤ軸 1 2 6 の回転角度  $\theta_r$  とを用いる点を除き、モータ MG 1 の制御処理と全く同一である。すなわち、リングギヤ軸 1 2 6 の回転角度  $\theta_r$  をレゾルバ 1 4 9 を用いて検出すると共に (ステップ S 1 9 0)、検出した回転角度  $\theta_r$  からモータ MG 2 の電気角  $\theta_2$  を算出し (ステップ S 1 9 1)、続いてモータ MG 2 の各相電流を電流検出器 1 9 7、1 9 8 を用いて検出し (ステップ S 1 9 2)、その後、座標変換 (ステップ S 1 9 4) および電圧指令値  $V_{d2}$ 、 $V_{q2}$  の演算を行ない (ステップ S 1 9 6)、更に電圧指令値の逆座標変換 (ステップ S 1 9 8) を行なって、モータ MG 2 の第 2 の駆動回路 1 9 2

のトランジスタ  $Tr11$  ないし  $Tr16$  のオンオフ制御時間を求め、PWM制御を行なう（ステップ  $S19$  9）。

【0086】ここで、モータ  $MG2$  もトルク指令値  $Tm2^*$  の向きとリングギヤ軸  $126$  の回転の向きとにより力行制御されたり回生制御されたりするが、モータ  $MG1$  と同様に、力行制御も回生制御も共に図  $12$  のモータ  $MG2$  の制御処理で行なうことができる。なお、実施例では、モータ  $MG2$  のトルク指令値  $Tm2^*$  の符号は、図  $5$  の共線図の状態のときのトルク  $Tm2$  の向きを正とした。

【0087】次に、こうしたエンジン  $150$  の停止制御の際のエンジン  $150$  の回転数  $Ne$  やモータ  $MG1$  のトルク  $Tm1$  などの変化の様子を図  $15$  ないし図  $17$  に例示する共線図と図  $18$  に例示する説明図とを用いて説明する。図  $15$  は図  $9$  のエンジン停止制御ルーチンが始めて実行されたときの共線図であり、図  $16$  はエンジン停止制御ルーチンのステップ  $S106$  ないし  $S116$  の処理が何回か繰り返して実行されたときの共線図であり、図  $17$  はエンジン  $150$  の回転数  $Ne$  が閾値  $Nref$  以下になったときの共線図である。実施例では、図  $10$  のマップにおける目標回転数  $Ne^*$  の勾配が回転数  $Ne$  の自然な変化の勾配以上に設定されているから、図  $15$  および図  $16$  に示すように、モータ  $MG1$  から出力されるトルク  $Tm1$  は、エンジン  $150$  の回転数  $Ne$  を強制的に小さくする方向に作用する。したがって、モータ  $MG1$  は、エンジン停止制御ルーチンが始めて実行されたときには、トルク  $Tm1$  はサンギヤ軸  $125$  の回転方向と逆向きとなるから、発電機として動作し、その後、図  $16$  に示すように、サンギヤ軸  $125$  の回転数  $Ns$  が負の値となるから、電動機として動作することになる。このとき、モータ  $MG1$  はエンジン  $150$  の回転数  $Ne$  と目標回転数  $Ne^*$  とに基づいて  $PI$  制御されるから、図  $18$  に示すように、エンジン  $150$  の回転数  $Ne$  は、目標回転数  $Ne^*$  に若干遅れて変化する。なお、エンジン  $150$  の運転停止の指示が出力される前の状態におけるエンジン  $150$  の回転数  $Ne$  とリングギヤ軸  $126$  の回転数  $Nr$  によっては、図  $6$  を用いて説明したようにサンギヤ軸  $125$  の回転数  $Ns$  が負の値となることもあるから、図  $16$  の共線図が、エンジン停止制御ルーチンが初めて実行されたときの共線図となる場合もある。この場合、モータ  $MG1$  は、はじめから電動機として動作することになる。

【0088】こうした図  $15$  および図  $16$  の共線図の状態では、エンジン  $150$  への燃料供給は停止されているため、エンジン  $150$  からのトルクの出力はない。しかし、モータ  $MG1$  からエンジン  $150$  の回転数  $Ne$  を強制的に小さくする方向にトルク  $Tm1$  が出力されるため、その抗力としてのトルク  $Tsc$  がキャリア軸  $127$  に作用することになる。一方、リングギヤ軸  $126$  に

は、モータ  $MG2$  から出力されるトルク  $Tm2$  と、モータ  $MG1$  から出力されるトルク  $Tm1$  に伴ってプラネタリギヤ  $120$  を介してリングギヤ軸  $126$  に出力されるトルク  $Tsr$  が作用する。このリングギヤ軸  $126$  に作用するトルク  $Tsr$  は、前述したように、エンジン  $150$  とモータ  $MG1$  とからなる慣性系の運動の変化と動作共線の釣り合いから求めることができるが、式  $(5)$  の右辺第  $2$  項と同程度である。したがって、リングギヤ軸  $126$  には、トルク指令値  $Tr^*$  と概ね等しいトルクが出力されることになる。

【0089】図  $9$  のエンジン停止制御ルーチンが繰り返して実行された結果、エンジン  $150$  の回転数  $Ne$  が閾値  $Nref$  以下になると（ステップ  $S116$ ）、モータ  $MG1$  からキャンセルトルク  $Tc$  が出力されるから、エンジン  $150$  の回転数  $Ne$  は図  $18$  に破線で示したアンダーシュートを生じることなく停止し、モータ  $MG2$  のみによる運転モードの処理へ滑らかに移行する。実施例では、このモータ  $MG2$  のみによる運転モードのときには、モータ  $MG1$  のトルク指令値  $Tm1^*$  を値  $0$  としている。このため、動作共線は、エンジン  $150$  を空回りさせるのに必要なエネルギーとモータ  $MG1$  を空回りさせるのに必要なエネルギーの和の最も小さい状態に落ち着く。実施例では、エンジン  $150$  はガソリンエンジンを用いているから、エンジン  $150$  を空回りさせるのに必要なエネルギー、すなわち、エンジン  $150$  のピストンの摩擦や圧縮等に要するエネルギーは、モータ  $MG1$  のロータ  $132$  を空回りさせるのに必要なエネルギーよりも大きくなる。したがって、動作共線は、図  $17$  の共線図に示すように、エンジン  $150$  が停止し、モータ  $MG1$  が空回りする状態となる。なお、図  $17$  の共線図には、モータ  $MG1$  から出力されるキャンセルトルク  $Tc$  も記載した。

【0090】以上説明した実施例の動力出力装置  $110$  によれば、既述した条件でエンジン  $150$  を停止可能かを的確に判断することができ、しかもエンジン  $150$  の運転停止の指示があつてから、エンジン  $150$  の回転数  $Ne$  を素早く値  $0$  にすることができる。したがって、エンジン  $150$  とモータ  $MG1$  とを慣性マスとしたねじり振動の共振現象を生じる領域の回転数をすばやく通過することができる。この結果、ねじり振動の振幅を抑制するダンバ  $157$  を簡易な構成のものとすることができる。

【0091】また、実施例の動力出力装置  $110$  によれば、エンジン  $150$  の回転数  $Ne$  が値  $0$  になる直前に、エンジン  $150$  の回転数  $Ne$  が増加する方向のキャンセルトルク  $Tc$  をモータ  $MG1$  から出力するから、エンジン  $150$  の回転数  $Ne$  のアンダーシュートを抑制することができる。この結果、アンダーシュートによって生じ得る振動や異音などの発生を防止することができる。

【0092】次に本発明の第  $2$  実施例について説明す



る。第2実施例の動力出力装置は、第1実施例と同じ構成を備え、エンジン150を停止可能か否かの判断として、図19に示す処理を実行する点のみがことなる。即ち、第2実施例においては、制御装置180は、バッテリー194のSOC等の条件から、エンジン150の運転を継続する要請がなくなった場合、まずそのこと、フラグS X E Gが値1であることにより確認し（ステップS200）、次にエンジン150の冷却水温Twを水温センサ174から読み込む処理を行なう（ステップS210）。エンジン150の冷却水温Twを、エンジン150の暖気状態と強い相関を有するパラメータなので、エンジン150の暖気状態を知るための冷却水温Twを読み込むのである。

【0093】その後、冷却水温Twが、所定値T0（本実施例では、70度C）より大きいかなかを判断し（ステップS220）、冷却水温Twが所定値T0より大きければ暖気完了と判断し、エンジン停止時制御を実行する（ステップS290）。エンジン停止時制御は、第1実施例の制御（図7ステップS90）と同一であり、その詳細は、図9ないし図18を用いて既に説明したので、ここではその説明は繰り返さない。なお、冷却水温Twが所定値T0以下であれば、暖気は未だ完了していないとして、何も行なわず、「END」に抜けて本ルーチンを一旦終了する。

【0094】上記の処理を行なう第2実施例の動力出力装置では、エンジン150の運転を継続する要請がなくなっても、その暖気が完了するまではエンジン150を停止する制御（ステップS290）を行なうことがない。したがって、例えば触媒コンバータ155の暖気を十分に行なうことができ、排気浄化性を損なうことがない。また、暖気完了前であれば、エンジン150の潤滑性が不十分であることから、原動機のフリクションが大きく、エンジン150の出力軸の回転減速度を所定範囲に制御することが困難な場合があり得るが、本実施例では、暖気を完了した後、エンジン150を停止するから、回転減速度を所定範囲に制御しつつエンジン150を停止することができ、ねじり共振の問題を回避することができることは、第1実施例と同様である。

【0095】以上説明したいくつかの実施例の動力出力装置110では、モータMG1およびモータMG2にP M形（永久磁石形；Permanent Magnet type）同期電動機を用いたが、回生動作および力行動作の双方が可能なものであれば、その他にも、V R形（可変リラクタンス形；Variable Reluctance type）同期電動機や、バーニアモータや、直流電動機や、誘導電動機や、超電導モータや、ステップモータなどを用いることもできる。

【0096】また、実施例の動力出力装置110では、第1および第2の駆動回路191、192としてトランジスタインバータを用いたが、その他に、I G B T（絶縁ゲートバイポーラモードトランジスタ；Insulated Ga

te Bipolar mode Transistor）インバータや、サイリスタインバータや、電圧PWM（パルス幅変調；Pulse Width Modulation）インバータや、方形波インバータ（電圧形インバータ、電流形インバータ）や、共振インバータなどを用いることもできる。

【0097】さらに、バッテリー194としては、P b バッテリ、N i M H バッテリ、L i バッテリなどを用いることができるが、バッテリー194に代えてキャパシタを用いることもできる。

【0098】以上、本発明の実施の形態について説明したが、本発明はこうした実施の形態に何等限定されるものではなく、例えば、実施例の動力出力装置を船舶、航空機などの交通手段やその他各種産業機械などに搭載する態様など、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において、種々なる形態で実施し得ることは勿論である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例としての動力出力装置110の概略構成を示す構成図である。

【図2】実施例の動力出力装置110の部分拡大図である。

【図3】実施例の動力出力装置110を組み込んだ車両の概略の構成を例示する構成図である。

【図4】実施例の動力出力装置110の動作原理を説明するためのグラフである。

【図5】実施例におけるブラネタリギヤ120に結合された3軸の回転数とトルクの関係を示す共線図である。

【図6】実施例におけるブラネタリギヤ120に結合された3軸の回転数とトルクの関係を示す共線図である。

【図7】実施例におけるエンジン停止判断処理ルーチンを示すフローチャートである。

【図8】実施例のシステムにおける差速制限について説明する説明図である。

【図9】実施例の制御装置180により実行されるエンジン停止制御ルーチンを例示するフローチャートである。

【図10】タイムカウンタT C とエンジン150の目標回転数 $N_e^*$ との関係を例示するマップである。

【図11】実施例の制御装置180により実行される要求トルク設定ルーチンを例示するフローチャートである。

【図12】リングギヤ軸126の回転数 $N_r$ とアクセルペダルポジションA P とトルク指令値 $T_r^*$ との関係を例示する説明図である。

【図13】制御装置180の制御C P U 190により実行されるモータMG1の制御ルーチンを例示するフローチャートである。

【図14】制御装置180の制御C P U 190により実行されるモータMG2の制御ルーチンを例示するフローチャートである。

【図15】図7のエンジン停止制御ルーチンが始めて実

行されたときの共線図である。

【図 1 6】エンジン停止制御ルーチンのステップ S 1 0 6 ないし S 1 1 6 の処理が何回か繰り返し実行されたときの共線図である。

【図 1 7】エンジン 1 5 0 の回転数  $N_e$  が閾値  $N_{ref}$  以下になったときの共線図である。

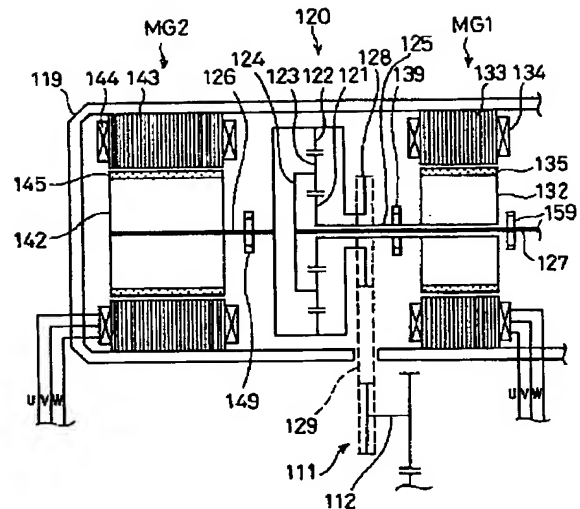
【図 1 8】エンジン 1 5 0 の回転数  $N_e$  とモータ MG 1 のトルク  $T_{m1}$  の変化の様子を例示する説明図である。

【図 1 9】第 2 実施例におけるエンジン停止判断処理ルーチンを示すフローチャートである。

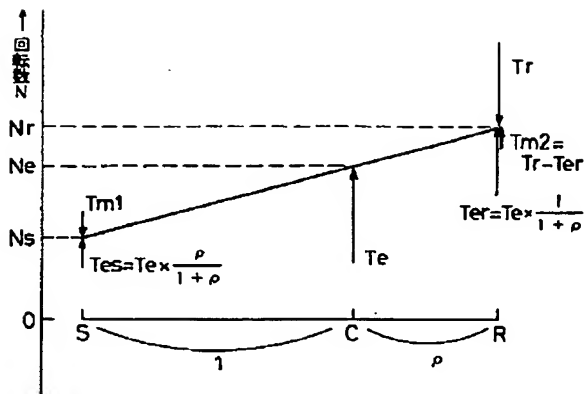
【符号の説明】

- 1 1 0 … 動力出力装置
- 1 1 1 … 動力伝達ギヤ
- 1 1 2 … 駆動軸
- 1 1 4 … ディファレンシャルギヤ
- 1 1 6, 1 1 8 … 駆動輪
- 1 1 7, 1 1 9 … 駆動輪
- 1 1 9 … ケース
- 1 2 0 … ブラネタリギヤ
- 1 2 1 … サンギヤ
- 1 2 2 … リングギヤ
- 1 2 3 … ブラネタリピニオンギヤ
- 1 2 4 … ブラネタリキャリア
- 1 2 5 … サンギヤ軸
- 1 2 6 … リングギヤ軸
- 1 2 7 … キャリア軸
- 1 2 8 … 動力取出ギヤ
- 1 2 9 … チェーンベルト
- 1 3 2 … ロータ
- 1 3 3 … ステータ
- 1 3 4 … 三相コイル
- 1 3 5 … 永久磁石
- 1 3 9 … レゾルバ
- 1 4 0 … ABS 装置
- 1 4 2 … ロータ
- 1 4 3 … ステータ
- 1 4 4 … 三相コイル
- 1 4 5 … 永久磁石
- 1 4 9 … レゾルバ
- 1 5 0 … エンジン
- 1 5 1 … 燃料噴射弁
- 1 5 2 … 燃焼室
- 1 5 3 … 排気管
- 1 5 4 … ピストン
- 1 5 5 … 触媒コンバータ
- 1 5 6 … クランクシャフト
- 1 5 7 … ダンバ
- 1 5 8 … イグナイタ
- 1 5 9 … レゾルバ
- 1 6 0 … ディストリビュータ
- 1 6 2 … 点火プラグ
- 10 1 6 4 … アクセルペダル
- 1 6 4 a … アクセルペダルポジションセンサ
- 1 6 5 … ブレーキペダル
- 1 6 5 a … ブレーキペダルポジションセンサ
- 1 6 6 … スロットルバルブ
- 1 6 7 … スロットルバルブポジションセンサ
- 1 6 8 … アクチュエータ
- 1 7 0 … E F I E C U
- 1 7 2 … 吸気管負圧センサ
- 1 7 4 … 水温センサ
- 20 1 7 6 … 回転数センサ
- 1 7 8 … 回転角度センサ
- 1 7 9 … スタータスイッチ
- 1 8 0 … 制御装置
- 1 8 2 … シフトレバー
- 1 8 4 … シフトポジションセンサ
- 1 9 0 … 制御 C P U
- 1 9 0 a … R A M
- 1 9 0 b … R O M
- 1 9 1 … 第 1 の駆動回路
- 30 1 9 2 … 第 2 の駆動回路
- 1 9 4 … バッテリ
- 1 9 5, 1 9 6 … 電流検出器
- 1 9 7, 1 9 8 … 電流検出器
- 1 9 9 … 残容量検出器
- 3 1 0 … 動力出力装置
- C S … クランクシャフト
- D N P … ダンバ
- E G … エンジン
- M G 1 … モータ
- 40 M G 2 … モータ
- T r 1 ~ T r 6 … トランジスタ
- T r 1 1 ~ T r 1 6 … トランジスタ

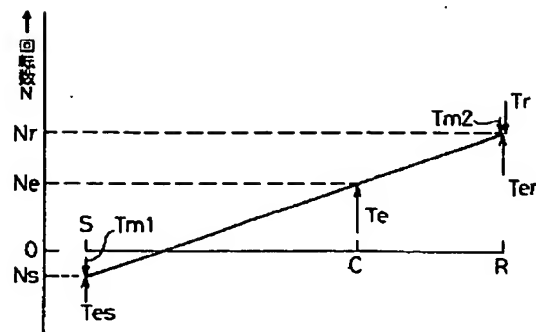
【図 2】



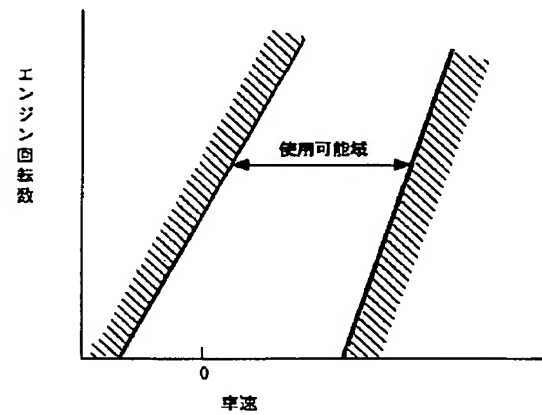
【図5】



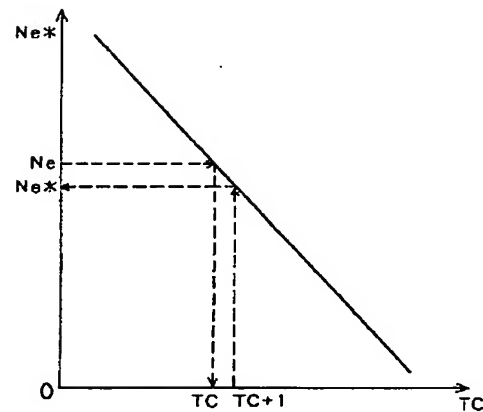
【図6】



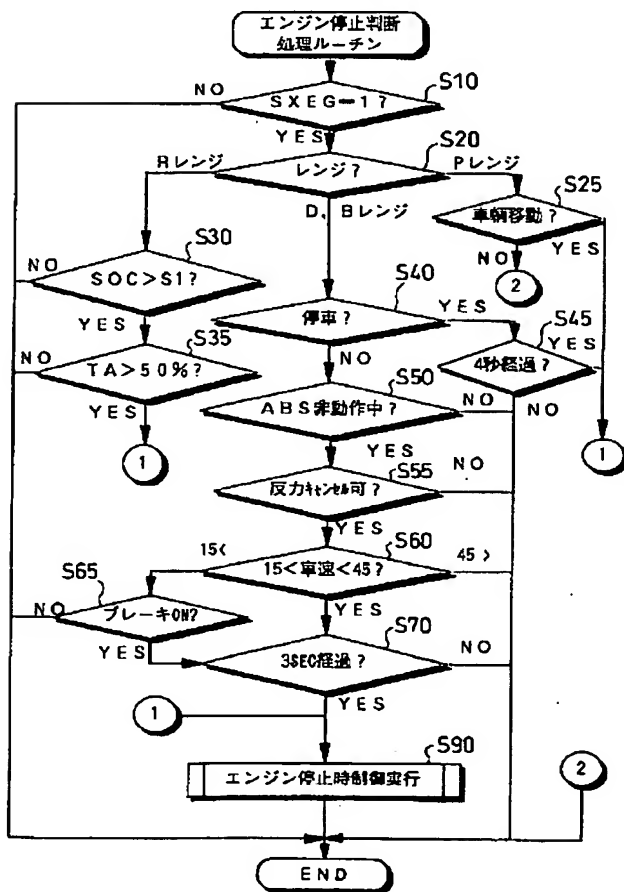
【図8】



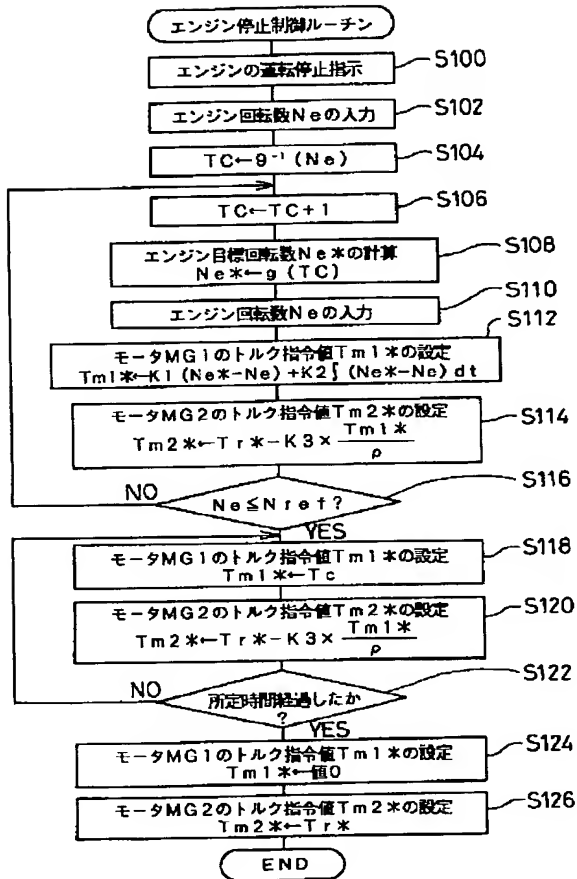
【図10】



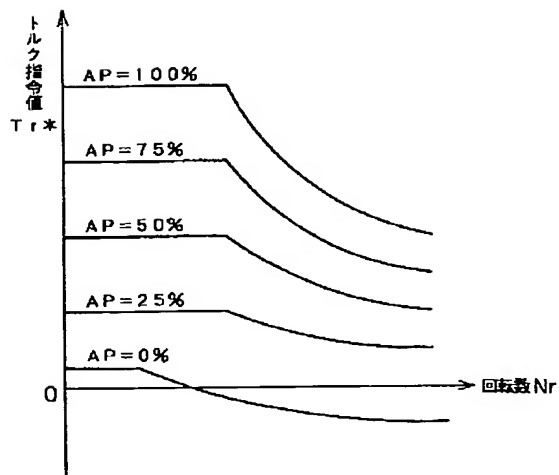
【図7】



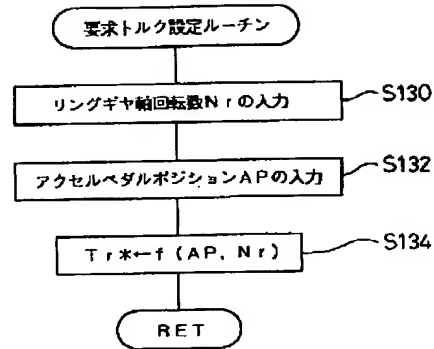
【図9】



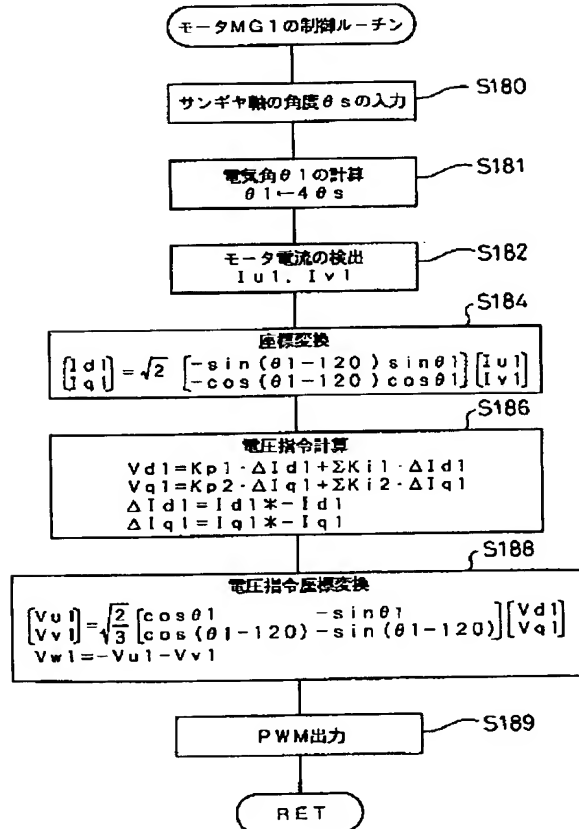
【図12】



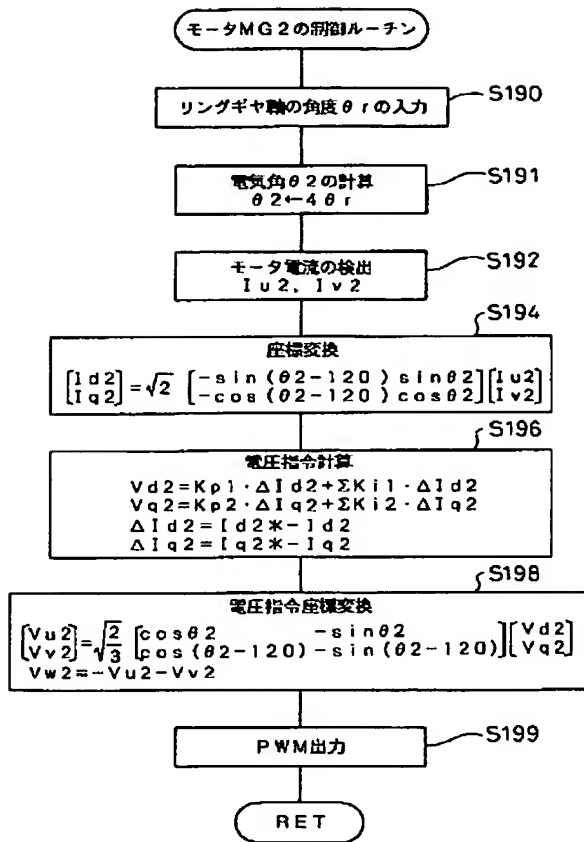
【図11】



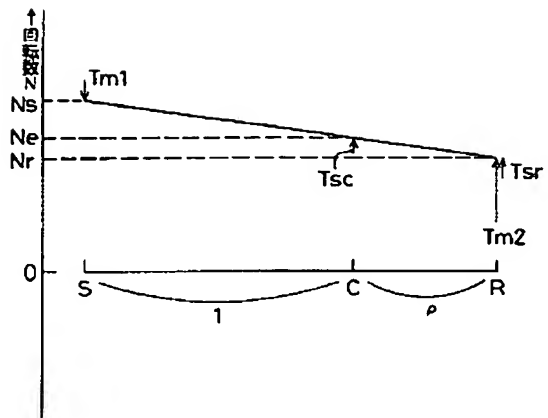
【図13】



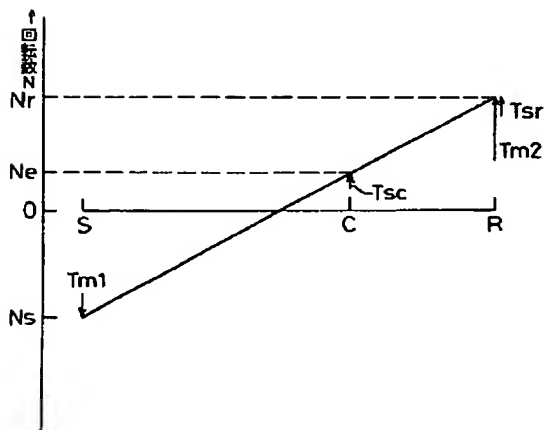
【図 14】



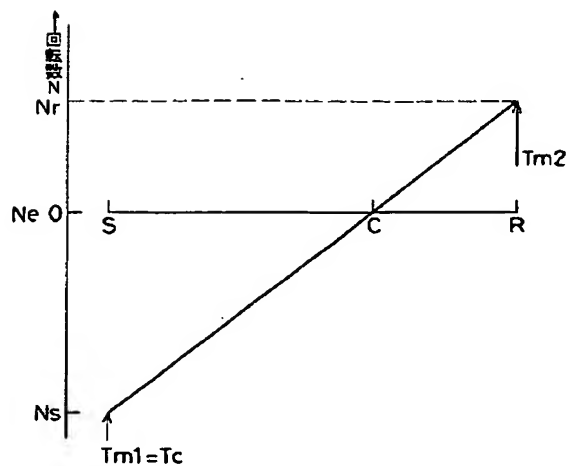
【図 15】



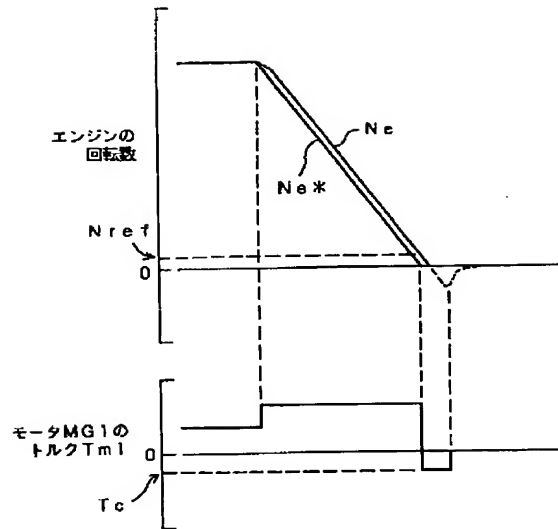
【図 16】



【図 17】



【図18】



【図19】

